

筋音に着目したジェスチャ認識手法の提案

A Proposal for a MMG-based Hand Gesture Recognition Method

山川隼平, 野嶋琢也

Shumpei YAMAKAWA and Takuya NOJIMA

電気通信大学大学院 情報メディアシステム学専攻

(〒182-8585 東京都調布市調布ケ丘 1-5-1, shumpei@vogue.is.uec.ac.jp, tnojima@computer.org)

Abstract: We propose a novel hand gesture recognition method based on MMG (mechanomyogram). Skeletal muscles generate sounds specific to their activity. MMG is the technology to evaluate muscles' activity by recording and analyzing those sounds. In previous researches, microphones and accelerometers are often used to sense the sounds of muscles. However those sensors are easily obstructed by environmental condition such as acoustic noise and human motion itself. In this paper, we propose to use a piezo-based MMG to improve robustness to environmental condition. The preliminary evaluation shows that the proposed method is able to classify several hand gestures correctly at high accuracy at a certain situation.

Key Words: Gesture recognition, MMG, User interface

1. はじめに

生体表面に振動センサを置くと、筋音と呼ばれる骨格筋の収縮に起因する微細な振動が記録される。MMG (mechanomyogram) はこの振動を記録したものである。筋肉は力を発生するとき、長軸方向に収縮して短軸方向に膨張する。このときの膨張にともなって発生する一種の圧力波が、皮膚表面にて観察されるものが MMG であると考えられている[2]。この信号は筋肉の機械的な活動や機能を反映するとも考えられており、これまでも筋活動や運動を観測するために用いられてきた[3][5]。こうした研究の報告例があること、及び MMG はセンシングが容易である点で、ヒューマンコンピュータインタフェースへの応用が期待される。我々はとくに、ジェスチャ認識への応用が可能であると考えた。

筋音を観測するためには、加速度センサやマイクロフォンが用いられる[4]。しかしながら、マイクロフォンは環境音によるノイズの影響が大きく、加速度センサは観測部位を固定する必要がある。このため、MMG をジェスチャ認識へ応用することを考えた時、これらのセンサはセンシングに適さない。そこで我々はロバストな MMG の観測のために圧電素子を用いた。本稿では、圧電素子によって観測された波形とその解析による手のジェスチャ認識手法を提案する。

1.1 関連研究

ウェアラブルやモバイルでの手のジェスチャ認識の研究は近年でも広く行われている。Bailey らは靴に深度カメラを鉛直上向きに取り付け、ウェアラブルな手のジェスチャ

認識システムを構築した[1]。また Xie らは、MMG による手のジェスチャ認識手法を提案し、その結果について報告している[6]。Xie らは MMG の観測のために加速度センサを用いているが、インタフェースとして使用することを考えると、前述のとおりロバスト性に欠けることが予想できる。

2. 実験

2.1 実験手法

本実験は、圧電素子にて観測された MMG の解析によって手のジェスチャ認識が可能であるかどうかを確かめるものである。解析方法には相互相関関数を用いた。図 1 に、観測された MMG の一例を示す。

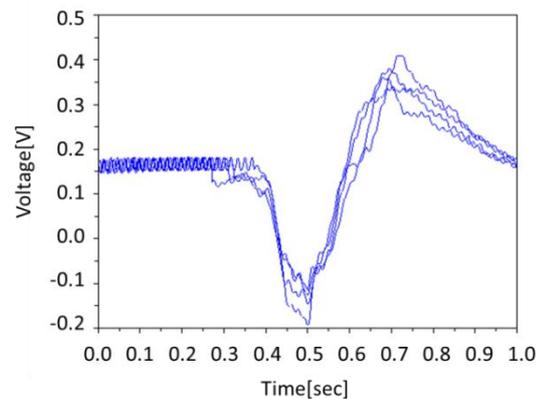


図 1 圧電素子によるある被験者の MMG (Grasp 動作)
図中では 4 つのデータを重ねている

被験者は5名（すべて男性，23歳から25歳）．被験者の左前腕の内側に圧電素子を密着させ，動かないようにリストバンドにて固定した．次に被験者に下記の3つの動作をランダムにそれぞれ4回ずつ行わせ，そのときに観測されたMMGを記録した（図2）．

- Grasp: 左手を握って開く
- Index: 左手示指を折って伸ばす
- Middle: 左手中指を折って伸ばす

MMGの記録後，それぞれの動作の最初のデータをテンプレートとし，すべての波形との相互相関関数を求めた．

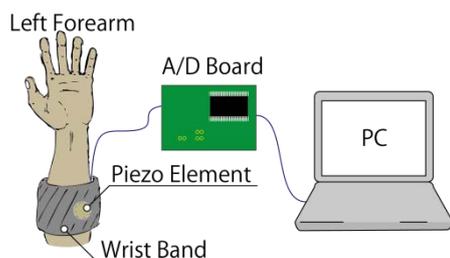


図2 実験概要

2.2 実験結果

実験結果の一例を図3ならびに図4に示す．図3は入力波形とテンプレートの波形を，図4は入力波形とそれぞれのテンプレートとの相互相関関数を示している．またGrasp, Index, Middleのデータをそれぞれ，赤の実線，緑の破線，青の点線で示した．図4では，Graspの相互相関関数値のピークが最大値を取っていることが分かる．図4の相互相関関数の最大値から入力波形のジェスチャ認識を行った．この結果を表1に示す．

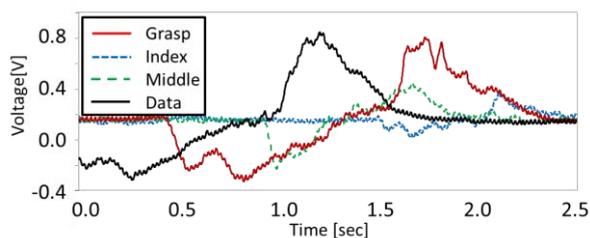


図3 各テンプレートと入力データのMMG

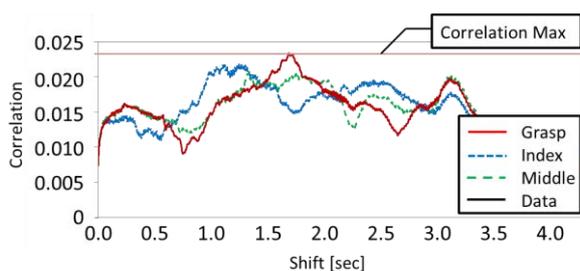


図4 各テンプレートと入力データとの相互相関関数

2.3 考察

認識率はIndex, Middleでは9割を超え，Graspについても8割を超えた．この結果より提案手法の妥当性が証明されたので，提案手法はインタフェースとして十分に活用できると言える．しかしながら，に示すようにMiddleとGraspは類似したデータが観測されるので，相互相関関数では互いに認識を誤ることが予想される．このため，インタフェースの実装にあたっては，他の解析方法を取り入れるなどの工夫が必要である．

表1 実験結果：データサンプル数と正答率

モーション	サンプル数	正解数	正解率
Grasp	15	13	0.867
Index	15	14	0.933
Middle	15	14	0.933

3. おわりに

本稿では圧電素子にて観測されたMMGの相互相関関数を求めることで，ジェスチャ認識が可能であることを被験者実験より示した．今後は，今回実験を行った3種以外のジェスチャの認識も取り入れるとともに，認識率の向上を図る．

参考文献

- [1] ShoeSense: A New Perspective on Hand Gestures and Wearable Applications: Gilles Bailly, et al., CHI '12 Proceedings of the 2012 ACM annual conference on Human Factors in Computing Systems, Pages 1239-1248, 2012
- [2] Muscle Sounds are Emitted at Resonant Frequencies of Skeletal Muscle: D. T. Barry, et al., Biomedical Engineering, IEEE Transactions on, 1990
- [3] Concentric and Eccentric Isokinetic Muscle Activity Separated by Paired Pattern Classification of Wavelet Transformed Mechanomyograms: Biomedical Signal Processing and Control: Travis W. Beck, et al., Volume 4, Issue 2, Pages 94-101, 2009
- [4] Comparison of an Accelerometer and a Condenser Microphone for Mechanomyographic Signals during Measurement of Agonist and Antagonist Muscles in Sustained Isometric Muscle Contractions The Influence of the Force Tremor: Tae-Kwang Kim, et al., Journal of PHYSIOLOGICAL ANTHROPOLOGY, Vol. 27, No. 3, Pages 121-131, 2008
- [5] In Vivo Behaviour of Human Muscle Architecture and Mechanomyographic Response using the Interpolated Twitch Technique: Yoichi Ohta, et al., Journal of Electromyography and Kinesiology, Volume 19, Issue 3, Pages e154-e161, 2009
- [6] Classification of the Mechanomyogram Signal using a Wavelet Packet Transform and Singular Value Decomposition for Multifunction Prosthesis Control: Hong-Bo Xie, et al., Physiological Measurement, Volume: 30, Issue: 5, Pages: 441-457, 2009